

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-134827

⑤ Int. Cl.⁵
H 01 L 21/3205

識別記号 庁内整理番号

③ 公開 平成4年(1992)5月8日

7353-4M H 01 L 21/88
7353-4M

K
F

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全7頁)

④ 発明の名称 半導体装置の製造方法

② 特 願 平2-255124

② 出 願 平2(1990)9月27日

⑦ 発 明 者 小 野 寿 子 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑦ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑦ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体装置の配線形成方法において、半導体基板上の層間絶縁膜に配線パターンに相当する溝を配線形状が逆テーパ形状になるように逆テーパをつけて形成する工程と、前記溝を配線材料で埋め込むことにより、配線を形成する工程を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(2) 前記配線構造が単層構造または複数層構造になっていることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

(3) 半導体装置のコンタクト形成方法において、コンタクトをその形状が、コンタクト底部が狭いテーパ形状となるように形成する工程と、前記コンタクトの底部あるいは側部に下地金属を形成した後、金属材料で選択的に埋め込むことにより、コンタクトを形成する工程を備えたことを特徴と

する半導体装置の製造方法。

(4) 前記金属材料の埋め込みを選択CVD法あるいは無電解めっき法を用いて行うことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

(5) 前記コンタクトの埋め込み層が、単層構造または複数層構造になっていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体基板上の絶縁膜に配線パターンに相当する溝をテーパをつけて形成し、その溝に配線材料を埋め込むことにより、埋め込み式の配線を形成する。半導体装置の配線形成方法に関する。

(従来の技術)

配線がサブミクロン以下のレベルになると、従来技術で配線を形成した場合、第4図に示すように上層の絶縁膜の平坦化が困難になる。この間

題を解決する方法として、第5図に示す配線の順テーバエッチングがあるが、順テーバエッチングを用いることにより、隣接配線容量が増加し、第6図に示すように配線容量の急激な増加がおこる。これは、配線の微細化にともないさらに著しくなる。配線容量はLSIの動作スピードに大きな影響を与えるため、なるべく小さくする必要があり、配線の順テーバエッチングは、配線容量の点から望ましくない。配線容量の点からは、配線をむしろ逆テーバの形状にした方が有利であると考えられるが、配線を逆テーバの形状にすると、層間絶縁膜の形成がますます困難になる。

また、埋め込み式で配線を形成した場合には、平坦性は良好となるが、アスペクト比の増大に伴い、配線内部に空洞が発生しやすくなる。この様子を第7図(a)～第7図(c)及び第8図(a)～第8図(b)に示す。第7図(a)は、基板1上に層間絶縁膜2を堆積し、レジスト塗布、マスク合わせ、露光、現像工程を経て、レジストをマスクに層間絶縁膜2をエッチングしたところである。第7図

信頼性の向上を計る。と同時に、配線形状を逆テーバ形状とすることで、配線容量を小さくすることができ配線の形成方法を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（課題を解決するための手段）

半導体基板上に堆積した層間絶縁膜に配線パターンに相当する溝を配線形状が逆テーバ形状になるように、テーバをつけて形成する。その後、溝を単層あるいは複数層の配線材料で埋め込むことにより、逆テーバ形状の配線を形成する。

（作 用）

配線を下層の絶縁膜に埋め込むことにより、配線の段差がなくなり、上層の平坦化が容易になる。また、配線を形成する溝に配線が逆テーバ形状になるようにテーバをつけることにより、溝への配線材料の埋め込みが容易になると同時に、配線容量を減少させることができる。

（実施例）

本発明の第1の実施例を第1図(a)～第1図

(b)は、上記のエッチングされた層間絶縁膜2上に配線材料3を堆積したところである。第7図(c)は、配線材料3を層間絶縁膜2のところまでエッチングした図であり、配線材料3は、溝中に堆積されている。このように配線を層間絶縁膜中に埋め込むことにより、平坦な形状が得られる。

しかしながら第8図(a)は第7図において溝のアスペクト比が大きくなった場合であり、配線材料3のステップカバレージが悪く、溝内部に空洞ができています。この状態で配線材料3を層間絶縁膜2のところまでエッチングすると、配線が凹型になるか(第8図(b))、あるいは配線内部に空洞が生じ、平坦性、信頼性、抵抗といった点で問題となる。

（発明が解決しようとする課題）

サブミクロンレベル以下の配線を埋め込み式で形成する場合、従来の方法を用いると、アスペクト比の増大に伴い、配線内部に空洞が発生し、信頼上問題となる。そこで、配線を形成する溝にテーバをつけることにより、空洞の発生をおさえ

(c)に示す。第1図(a)は、半導体基板1上に層間絶縁膜2を堆積し、その後レジスト塗布、マスク合わせ、露光、現像工程を経て、層間絶縁膜2を配線が逆テーバ形状になるようにテーバエッチングし、層間絶縁膜2に配線パターンに相当する溝を形成したところである。この状態で、配線材料3を堆積したのが第1図(b)である。溝にテーバがついているため、配線材料3の堆積は容易となる。第1図(c)は、配線材料3を層間絶縁膜2のところまで、エッチングしたところであり、配線材料3は溝中に埋め込まれ、配線が形成されると同時に、平らな表面が得られている。

第2の実施例として、信頼性向上等のため、複数の配線層を用いる場合を第2図(a)～第2図(c)に示す。第2図(a)は、二層の配線材料3例えばTIN、4例えばAlを堆積させたところであり、第2図(b)は、配線材料3,4を層間絶縁膜2のところまでエッチングし、配線を形成したところである。

第3の実施例を第3図(a)～第3図(c)に示す。

第3図(a)は、テーパエッチングにより形成された溝を含む層間絶縁膜2の全面に無電解めっきが可能な第1の配線材料5例えばTINを比較的薄く堆積させたところである。その後、配線を形成する溝にのみレジスト6をのこすように処理したのが、第3図(b)である。ここで、全面エッチングすることにより、無電解めっき可能な第1の配線材料5を溝の底部あるいは底部と側部に残し、レジスト6を剥離した後無電解めっき法により、CuやNiCo等の第2の配線材料7を溝に埋め込んだのが第3図(c)である。ここで埋め込み層は、単層でも複数層でも良い。また、第2の配線材料7を選択成長させることにより、溝を埋め込んでも良い。この場合、第1の配線材料は、選択成長させる材料により適当に選ばれる。

コンタクトサイズが微細になり、アスペクト比が1を越えるようになると、従来技術でコンタクトを形成した場合、第14図に示すように、コンタクト内部に鬆が発生したり、コンタクト側部のメタルの厚さが薄くなり、メタルの段差切れが生じ

タクトで埋め込んだ材料があふれることになる。また、CVDによる選択成長では、下地材料(単結晶Siが多結晶Siかなど)あるいは拡散層のタイプにより成長速度が異なること、また下地がくわれること等の問題がある。

このように、コンタクトサイズが微細になり、コンタクトのアスペクト比が1を越えるようになると、従来技術であるスパッタでコンタクトを形成した場合、コンタクト内部に鬆が発生し、またコンタクト側壁で配線材料(金属材料)が薄膜化することにより、信頼性上に問題となる。また、CVDによる選択成長では、深さの異なるコンタクトを同時に埋め込むことは難しい。そこでコンタクト開口後コンタクトの底部あるいは側部に下地金属を形成した後、選択的に金属材料を埋め込むことにより、コンタクト深さの異なるコンタクトを同時に埋め込み、信頼性の高いコンタクトを得る。この時、コンタクトをコンタクト底部にいくにしたがって狭くなるようにテーパをつけて開口することにより、高アスペクト比のコンタクトで

たりする。また、コンタクト側部のメタルの厚さが薄くなれば、信頼性上も問題となる。

これらの問題を解決するために、コンタクトにメタルを埋め込むことが有効であり、さらに微細コンタクトに対応するためには、w等のCVDによる選択成長が有力である。しかしながら、この時コンタクト径の違いによる埋め込み深さの違いは生じないが、下地段差の違いにより、コンタクト深さの異なるコンタクトが存在する場合には、浅いコンタクトと深いコンタクトを両方同時に埋め込むことはできない。

この様子を第15図(a)及び(b)に示す。第15図(a)は、コンタクトが拡散層2とフィールド7上のゲート8に開口されており、さらにコンタクトの浅い方に合わせて、CVDによる選択成長により、コンタクトが埋め込まれている場合である。この場合には、コンタクトの深い方に段差が残る。第15図(b)は、第15図(a)と同様の工程により、コンタクトの深い方に合わせて、コンタクトを埋め込んだ場合である。この場合には、浅い方のコン

も、下地金属を均一性良く堆積させることができる。

ここでは半導体基板上に堆積した層間絶縁膜に、コンタクトをその形状がコンタクト底部にいくにしたがって、狭くなるように、テーパをつけて開口し、そのコンタクトの底部あるいは側部に下地金属を形成した後、単層あるいは複数層の金属材料で選択的にコンタクトを埋め込むことにより、埋め込み式のコンタクトを形成する。

コンタクトを金属材料で埋め込むことにより、コンタクト内部の鬆の発生を防止することができ、また、コンタクト側壁で金属材料が薄膜化するのを防止することができるため、信頼性を向上させることができる。また、コンタクト上の段差がなくなるため、上層の平坦化が容易となる。コンタクトの底部あるいは側部に下地金属を形成することにより、コンタクト深さの異なるコンタクトを同時に埋め込むことが可能となり、また、コンタクトをテーパをつけて開口することにより、高アスペクト比のコンタクトでも、下地金属を均一性

よく形成することが可能となる。

本発明の実施例を第9図(a)～(d)に示す。

第9図(a)は、拡散層2が形成された半導体基板1上に層間絶縁膜3を堆積し、その後レジスト塗布、マスク合わせ、露光、現像工程を経て、層間絶縁膜3にコンタクト底部が狭くなるようにテーパーをつけてコンタクトを開口し、さらに層間絶縁膜3の全面に下地金属4を比較的薄く堆積したところである。この時、下地金属は例えばAl, $TiSi_2$, TiN , 多結晶Si, VSi_2 , WN のうち少なくとも一種を含むものであり、さらに単層でも複数層でもよい。下地金属は、コンタクトにテーパーがついているため、高アスペクト比のコンタクトでも均一性よく堆積させることができる。その後、コンタクト孔にのみ、レジスト5をのこすように処理したのが第9図(b)である。ここで全面エッチングすることにより、下地金属4をコンタクト孔の底部あるいは側部に残し、レジスト5と剥離したのが、第9図(c)である。第9図(d)は、その後、金属材料6を選択的にコンタクト孔に埋め込

(a)～(d)に示す。第11図(a)は、前記方法によりコンタクトを埋め込んだ後、層間絶縁膜9を堆積させ、さらに、レジスト塗布、マスク合わせ、露光、現像工程を経てレジスト10のパターニングを行ったところである。第3-2図は前記レジスト10をマスクに層間絶縁膜9に配線パターンに相当する溝を形成したところである。この場合、配線パターンに相当する溝のエッチングは、コンタクト上部でちょうど止めるのが望ましいが、オーバーエッチングで第11図(b)のように、配線溝底部に凹凸ができていても良い。配線溝を形成した後、下地金属4を溝の底部および側部に形成したのが第11図(c)である。第11図(d)はその後、金属材料6を選択的に埋め込んだところである。ここで埋め込み層は、単層でも複数層でもよい。また、無電解めっき法でコンタクト、配線を形成した場合には必要に応じて真空中、 N_2 中、 Ar 中等で熱処理することにより、めっき層中に含まれる水分を除去する。

第12図は、コンタクトと配線の間に合わせずれ

んだところである。コンタクトの埋め込みに用いられる材料は、例えばAl, Au, Cu, V, Zn, Ni, Co, Pのうち少なくとも一種を含むものであり、さらに埋め込み層は、単層でも複数層でも良い。選択的に金属を埋め込む方法として、選択CVD法、無電解めっき法等を用い、また、無電解めっき法を用いた場合には、必要に応じて真空中、 N_2 中、 Ar 中等で熱処理することにより、めっき層中に含まれる水分を除去する。

第10図は拡散層上に開口されたコンタクトとフィールド上のゲートに開口されたコンタクト(コンタクトの深さが異なるコンタクト)を同時に埋め込んだところである。下地金属4がコンタクトの底部ばかりでなく、側部にも形成されているため、コンタクトの深さが異なるコンタクトも同時に埋め込むことができる。

前記工程を配線上のコンタクト(Via)に用いる場合も、同様の効果を得ることができる。

コンタクトを埋め込んだ後、配線を同様の方法を用いて埋め込み式で形成する場合の例を第11

が生じている場合である。また、第13図は、コンタクトサイズより、配線幅が狭い場合である。この方法を用いると、コンタクトと配線の合わせずれをなくすることが可能となり、高集積化が期待される。

【発明の効果】

この発明によって、埋め込み式の逆テーパー配線を形成することにより、配線の段差をなくすることができ、上層の平坦化が容易になる。また、隣接配線容量の増加を抑えることができるため、配線の全体容量は減少する。また、埋め込み配線形成時には、配線を形成する溝にテーパーがついているため、配線のステップカバレッジが良く、配線内部に空洞ができる可能性は低くなる。したがって、信頼性が向上する。

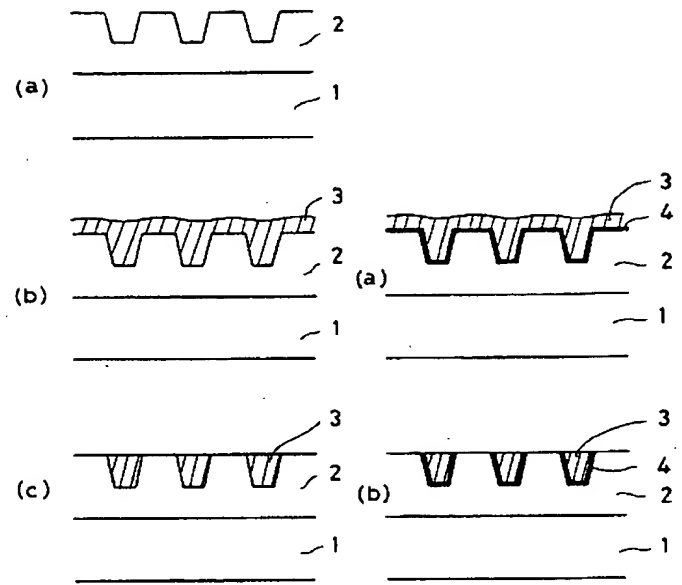
またコンタクトを埋め込むことにより、コンタクト内部の酸化の発生を防止することができ、またコンタクト側壁で金属材料が薄膜化するのを防ぐことができるため、信頼性を向上させることができる。また、コンタクト上の段差がなくな

ため、上層の平坦化が容易となる。さらにこの発明により、コンタクト深さの異なるコンタクトを同時に埋め込むことが可能となり、工程が簡略化する。

4. 図面の簡単な説明

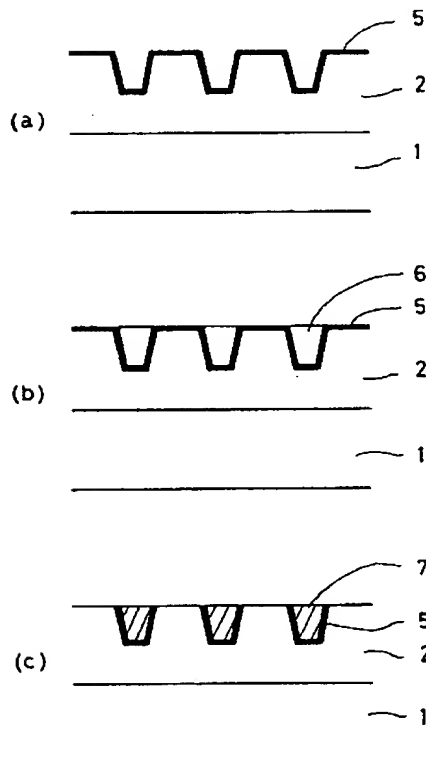
第1図は本発明の実施例を示す断面図、第2図、第3図は他の実施例を示す断面図であり、第4図及び第5図は比較例を示す断面図であり、第6図は、配線容量のシミュレーション結果を示す図、第7図、第8図は比較例を示す図、第9図は本発明の他の実施例を示す断面図、第10図、第11図、第12図、第13図は他の実施例を示す断面図、第14図及び第15図は比較例を示す断面図である。

代理人弁理士 則近憲佑

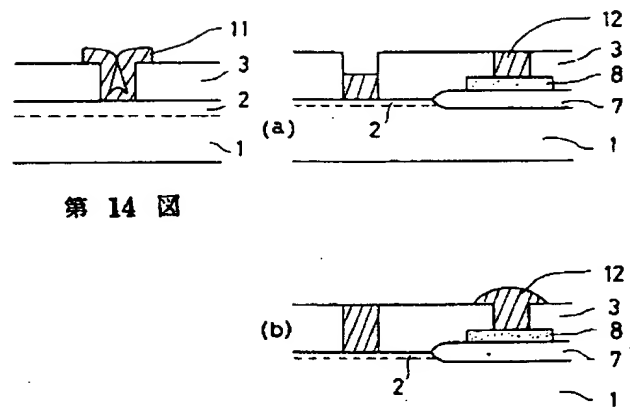


第 1 図

第 2 図

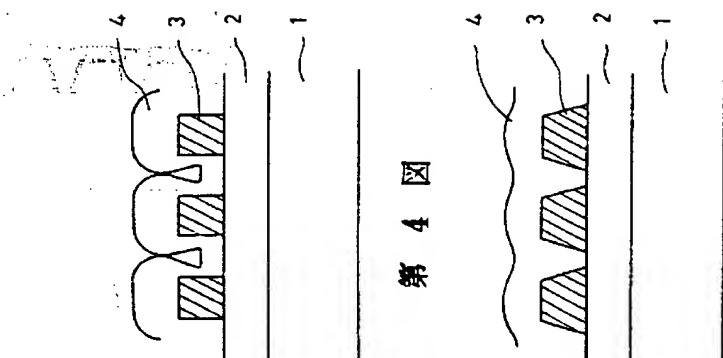


第 3 図



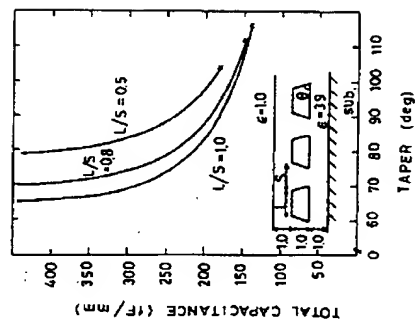
第 14 図

第 15 図

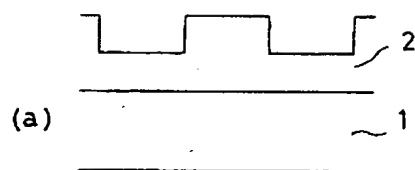


第 4 図

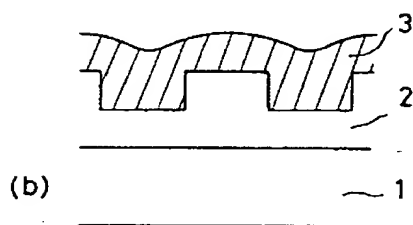
第 5 図



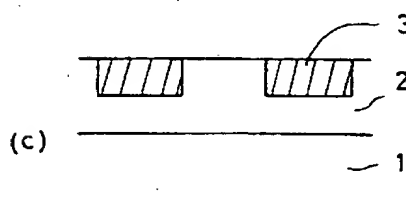
第 6 図



(a)

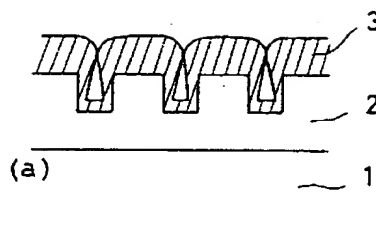


(b)

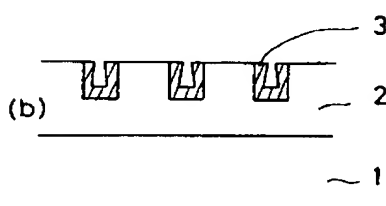


(c)

第 7 図

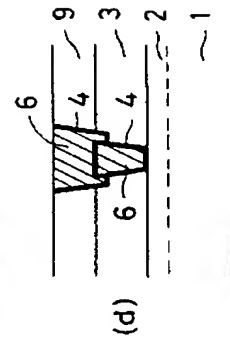
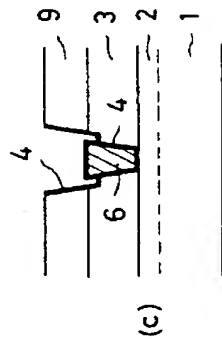
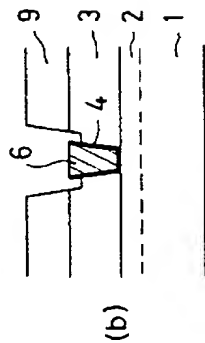
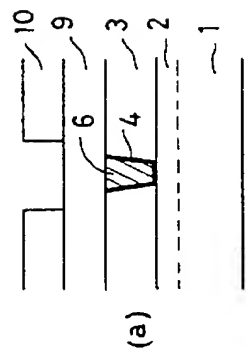


(a)

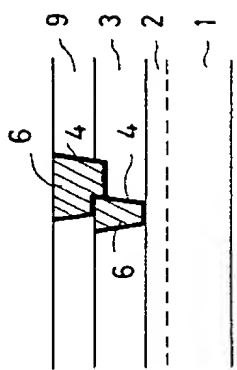


(b)

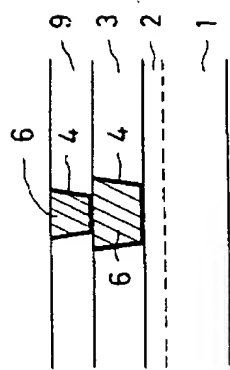
第 8 図



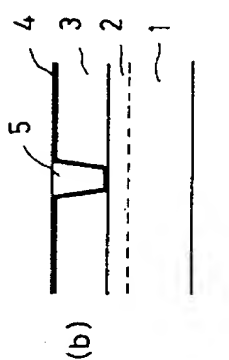
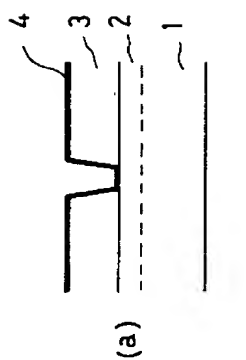
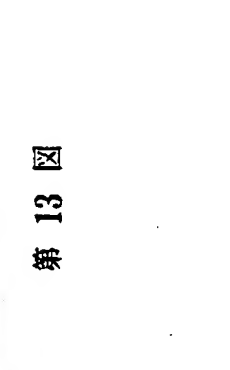
第 11 図



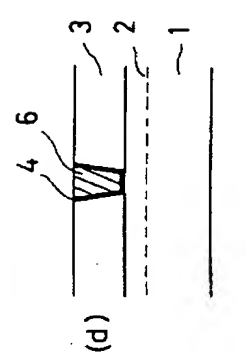
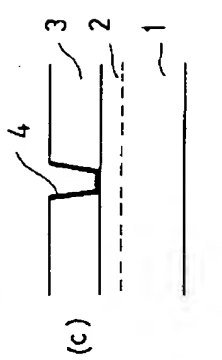
第 12 図



第 13 図



第 10 図



第 9 図